

# OLYMPIÁDA MLADÝCH VEDCOV

**olympiáda  
mladých  
vedcov** | [www.ijso.sk](http://www.ijso.sk)

## Letná príprava účastníkov súťaže IJSO NESÚŤAŽNÉ ÚLOHY

*Termín odovzdania: 03.09.2023*

*Povolené pomôcky: písacie potreby, internet. Nebojte sa využiť plný potenciál Google :)*

*Riešenia príkladov (pokožne aj čiastočné) s postupom posielajte na e-mailovú adresu  
[zuzana.magyarova@ijso.sk](mailto:zuzana.magyarova@ijso.sk).*

# Chémia

## 5. séria

### Teória: oddeľovanie chemických látok

- Čo je to suspenzia, emulzia a aerosól?
- Určte, na základe akých rozličných vlastností látok fungujú nasledovné metódy, a uveďte príklad zmesi, ktorú by ste touto metódou oddelili: filtrácia, destilácia, odparenie, extrakcia, sedimentácia, kryštalizácia.
- Akým spôsobom je možné urýchliť sedimentáciu pomaly sa usadzujúcich látok?
- Ako najjednoduchšie sa dá oddeliť zmes piesku a jódu za sucha?
- Popíšte, ako prebieha tenkovrstvová chromatografia a elektroforéza a na základe akých rozdielnych vlastností látok tieto metódy fungujú. Ako vyzerajú výstupy z nich?

### Príklad: zmes dvoch látok

- Aké sú hmotnostné percentá draslíka, vodíka, fosforu a kyslíka v  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  a  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ?
- O neznámej látke sme zistili, že obsahuje 53.3 hmotnostných percent uhlíka, 15.55 hmotnostných percent vodíka a zvyšok tvorí dusík. Jej molárna hmotnosť je 90 g/mol. Aký je jej sumárny vzorec?  $A_r(\text{C}) = 12$ ,  $A_r(\text{N}) = 14$ ,  $A_r(\text{H}) = 1$

### Teória: rýchlosť chemických reakcii II

Rýchlosť chemickej reakcie sa meria v  $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3\text{s}}$ . Je to zmena koncentrácie produktu za čas. Ak máme len jeden reaktant A, potom je rýchlosť chemickej reakcie daná nasledovnou rovnicou:

$$v = k[c(\text{A})]^n,$$

kde  $k$  je tzv. rýchlostná konštanta a  $n$  tzv. poriadok chemickej reakcie. Poriadok chemickej reakcie závisí od mechanizmu chemickej reakcie (teda od toho, ako reakcia skutočne prebieha). Keď vieme predpis pre rýchlosť chemickej reakcie, vieme aj zistiť koncentráciu reaktantov a produktov v čase. Majme reakciu  $\text{A} \longrightarrow \text{B}$  a počiatočnú koncentráciu reaktantu A označme  $c_0(\text{A})$ . Potom

- pre  $n = 0$  pre koncentráciu reaktantu A  $c(\text{A})$  v čase  $t$  platí

$$c(\text{A}) = c_0(\text{A}) - kt \quad (1)$$

- a pre  $n = 1$  platí

$$c(\text{A}) = c_0(\text{A})e^{-kt}. \quad (2)$$

Načrtnite závislosť koncentrácie látok A a B pre počiatočnú koncentráciu  $c_0(\text{A}) = 5 \text{ mol/dm}^3$  pre  $n = 0$  a pre  $n = 1$  od času, ak číselná hodnota rýchlostnej konštanty  $k$  je 1. Určite jednotku konštanty  $k$  pre oba prípady.

## Príklad: rýchlosť chemických reakcii II

Na začiatku reakcie  $A \longrightarrow B$  sme mali v reakčnej banke  $9 \text{ mol/dm}^3$  A. Po 30 sekundách od začiatku reakcie bola koncentrácia A  $6 \text{ mol/dm}^3$ . Aká bude koncentrácia A a B po jednej minúte od začiatku reakcie v prípade, že

a)  $n = 0$ ,

b)  $n = 1$ ?

## Príklad: zmes dvoch látok

Karolíne vykryštalizoval z roztoku nielen čistý dihydrogenfosforečnan draselný, ako očakávala, ale aj hydrogenfosforečnan didraselný. Martin jej vzorku zmesi zanalyzoval a zistil, že obsahuje 22 hmotnostných percent fosforu. Teraz by aspoň rada vedela, aký je pomer látkových množstiev  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  a  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  v zmesi. Aký?

$M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{P}) = 31 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{K}) = 39 \text{ g/mol}$ .

(Ak si s príkladom neviete rady, vymyslite si celkovú hmotnosť zmesi, napríklad 100 gramov, a porátajte to pre ňu.)

## 6. séria

### Teória: typy chemických reakcii

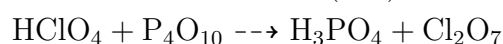
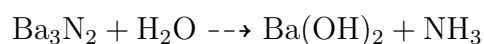
Priradte nasledovné typy reakcií k ich príkladom (typy sa môžu opakovať, utvorte všetky dvojice):

syntéza, tepelný rozklad, horenie, neutralizácia, redoxná reakcia, zrážacia reakcia, exotermická reakcia, endotermická reakcia, homogénna reakcia, heterogénna reakcia, protolytická reakcia, fotosyntéza, autoprotolýza vody, disociácia

- $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$
- $2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
- $\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2 \text{NaCl}(\text{aq})$
- $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HI}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_4\text{I}(\text{aq})$
- $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{t}$
- $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$
- $\text{NH}_4\text{HCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{t}} \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$

### Teória: vyrovňavanie chemických reakcii

Vyrovnovajte nasledovné chemické schémy, ak treba, doplňte produkty!



### Príklad: látkové množstvo a objem plynov

Avogadrov zákon hovorí, že rovnaké látkové množstvá plynov majú za rovnakých podmienok (tlak, teplota) rovnaký objem. Za normálnych laboratórnych podmienok (101 325 Pa, 0 °C) je tento objem 22.414 l/mol.

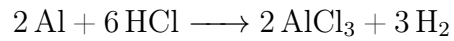
- Aké látkové množstvo a objem majú 4 g vzdušného kyslíku za týchto podmienok?  
 $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$
- Bez výpočtu rozhodnite, či budú mať za rovnakých podmienok 4 g ozónu väčší alebo menší objem ako 4 g oxidu uhličitého.

### Príklad: chemická reakcia I

V 20.5 g roztoku kyseliny chlór vodíkovej sme rozpustili 3.4 g zinku. Výsledný roztok vážil 23.8 g. Ak predpokladáme, že žiadna iná reakcia v roztoku neprebehla a všetok vodík z roztoku unikol, aká je hmotnosť vzniknutého vodíku? A aký je jeho objem za normálnych podmienok?

## Príklad: chemická reakcia II

Kyselina chlór vodíková rozpúšťa hliník nasledovnou reakciou:



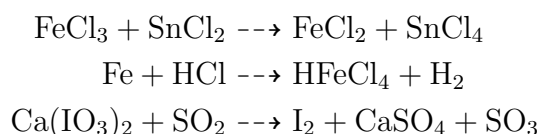
Koľko  $\text{dm}^3$  kyseliny chlór vodíkovej s koncentráciou  $1.2 \text{ mol/dm}^3$  treba na rozpustenie  $8.1 \text{ g}$  hliníka? Koľko gramov  $\text{AlCl}_3$  pri tom vznikne a aký objem vodíka za normálnych podmienok? Molárna hmotnosť hliníku je  $M_{\text{Al}} = 27 \text{ g/mol}$ .

## 7. séria

### Teória: Redoxné reakcie I

Redoxné, teda **oxidačno-redukčné** reakcie sú také, v ktorých prebieha k zmene oxidačného čísla prvkov. To ale znamená, že niektoré z tých prvkov musia prijímať alebo odovzdávať elektróny. Celkový počet prijatých a odovzdaných elektrónov v rovnici musia byť také isté, inak by sa nezachovával počet elektrónov. Reakcia, pri ktorej dochádza k zníženiu oxidačného čísla, sa nazýva **redukcia**. Reakcia, pri ktorej dochádza k zvyšovaniu oxidačného čísla, sa nazýva **oxidácia**. **Redukovadlo** sa oxiduje a **oxidovadlo** redukuje. Oboje sú **celé molekuly** látok, aj keď sa oxiduje len jeden atóm z nich. Príkladmi silných oxidovadiel sú  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , aj keď sa redukuje typicky len mangan a chróm v nich. Postup vyrovnávania redoxných reakcií je dobre vysvetlený tu: [http://www.mojeskola.cz/Vyuka/Php/Learning/Chemie/chemie\\_krokom4.php](http://www.mojeskola.cz/Vyuka/Php/Learning/Chemie/chemie_krokom4.php)

Napište čiastkové rovnice oxidácie a redukcie, určte oxidovadlo a redukovadlo a vyrovnajte nasledovné rovnice:



### Teória: Termochémia

Prečítajte si sekciu 1.12.2.1, strany 27-29 z nasledovného dokumentu: <http://pdf.truni.sk/download?e-skripta/linkesova+pavelekova-zchpub-2014.pdf>.

- Čo je to entalpia? Čomu zodpovedá rozdiel entalpie produktov a reaktantov?
- Čo hovorí prvý a druhý termochemický zákon? Nazývajú sa aj Hessove zákony.
- Čo je to štandardná tvorná entalpia? Štandardná tvorná entalpia ktorých látok je nula?
- Zmena entalpie (čiže reakčné teplo) fotosyntézy je

$$\text{i) } \Delta H = \Delta H_f(\text{CO}_2) + \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - \Delta H_f(\text{O}_2)$$

$$\text{ii) } \Delta H = \Delta H_f(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + \Delta H_f(\text{O}_2) - \Delta H_f(\text{CO}_2) - \Delta H_f(\text{H}_2\text{O})$$

$$\text{iii) } \Delta H = 6 \cdot \Delta H_f(\text{CO}_2) + 6 \cdot \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) - 6 \cdot \Delta H_f(\text{O}_2)$$

$$\text{iv) } \Delta H = \Delta H_f(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) + 6 \cdot \Delta H_f(\text{O}_2) - 6 \cdot \Delta H_f(\text{CO}_2) - 6 \cdot \Delta H_f(\text{H}_2\text{O})$$

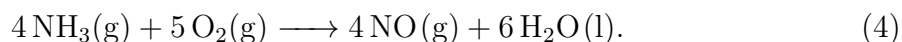
### Príklad: Termochémia I

- Majme reakciu



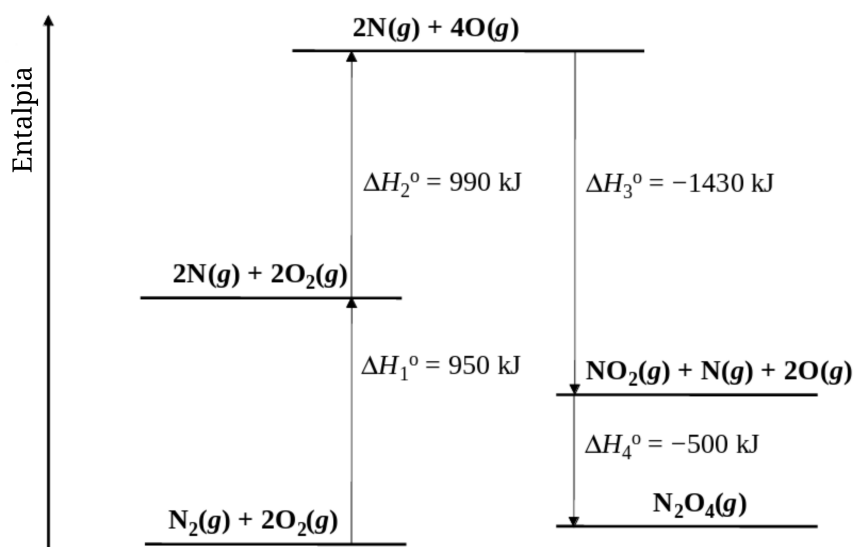
Nechali sme zreagovať 2 mol  $\text{A}_3\text{B}$  a 3 mol  $\text{C}$  a predpokladáme, že reakcia prebehne úplne. Je reakcia endo- alebo exotermická? Koľko tepla sa pri nej uvoľní/spotrebuje?

b) Majme reakciu



Viete, že štandardné tvorné entalpie látok sú:  $\Delta H_f(\text{NH}_3) = -45.9 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f(\text{NO}) = 90.29 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -285.83 \text{ kJ/mol}$ . Aké je reakčné teplo tejto reakcie? je endotermická alebo exotermická? Aké je reakčné teplo reakcie  $4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g})$ ?

c) Na základe údajov z priloženého diagramu na Obrázku 1 určte entalpiu reakcii  $\text{N}_2 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{NO}_2$  a  $\text{N}_2 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ .



Obr. 1: Diagram entalpie vybraných zlúčenín dusíka a kyslíka

## Príklad: Termochémia II

Z dát v Tabuľke 1 určte entalpiu reakcie  $2 \text{Al}(\text{s}) + 3 \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{AlCl}_3(\text{s})$

Reakcia	Entalpia
$2 \text{Al}(\text{s}) + 6 \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow 2 \text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$	$\Delta H = -149 \text{ kJ/mol}$
$\text{HCl}(\text{g}) \longrightarrow \text{HCl}(\text{aq})$	$\Delta H = -74.8 \text{ kJ/mol}$
$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$	$\Delta H = -185 \text{ kJ/mol}$
$\text{AlCl}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{AlCl}_3(\text{aq})$	$\Delta H = -323 \text{ kJ/mol}$

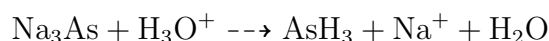
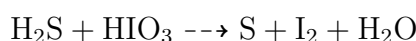
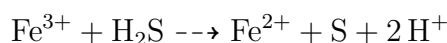
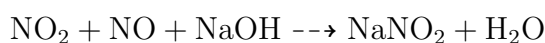
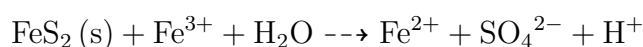
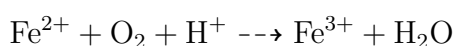
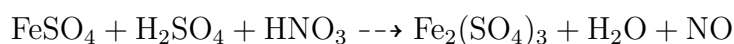
Tabuľka 1: Tabuľka reakcií hliníka a chlórovodíku

## 8. séria

### Teória: Redoxné reakcie II

Pozrite si príklady 3-5 z [http://www.mojeskola.cz/Vyuka/Php/Learning/Chemie/chemie\\_krokom4.php](http://www.mojeskola.cz/Vyuka/Php/Learning/Chemie/chemie_krokom4.php).

Napíšte čiastkové rovnice oxidácie a redukcie, určte oxidovadlo a redukovadlo a vyrovnejte nasledovné rovnice:



### Teória: titrácia

- Čo je to titrácia? Na čo sa používa? Čo je to bod ekvivalencie?
- Načrtni chemickú aparatúru na titráciu. Kde sa nachádza roztok so známou a neznámou koncentráciou?
- Aké vlastnosti by mala mať vo všeobecnosti reakcia, ktorú chcem použiť na titráciu?
- Čo je to priama a spätná titrácia?
- Popíšte, ako funguje acidobázická, zrážacia a oxidačno-redukčná titrácia a ako sa detekuje ich bod ekvivalencie.

### Príklad: titrácia

Vzorku KOH rozpustíme v destilovanej vode a pripravíme 500 cm<sup>3</sup> zásobného roztoku. Na titráciu odpipetujeme 100 cm<sup>3</sup> roztoku a titrujeme odmerným roztokom HCl s koncentráciou 0.1546 mol/dm<sup>3</sup>. Spotreba odmerného roztoku HCl pri titrácii bola 8.7 cm<sup>3</sup>. Vypočítajte, koľko mg vážila vzorka KOH.



# Periodická soustava prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I. A	II. A									I. B	II. B
1,0079 1H Vodík	9,01 4Be Berylium	20,18 10Ne Neon	4,00 2He Helium	6,94 3Li Lithium	9,01 4Be Berylium	20,18 10Ne Neon	12,01 6C Uhlík	14,01 7N Dusík	16,00 8O Kyslík	19,00 9F Fluor	20,18 10Ne Neon
22,99 11Na Sodík	24,31 12Mg Hořčík	39,10 19K Draslík	39,10 19K Draslík	22,99 11Na Sodík	24,31 12Mg Hořčík	39,10 19K Draslík	28,09 14Si Křemík	30,97 15P Fosfor	32,06 16S Síra	35,45 17Cl Chlor	39,10 19K Draslík
39,10 19K Draslík	40,08 20Ca Vápník	44,96 21Sc Skandium	47,88 22Ti Titan	50,94 23V Vanad	52,00 24Cr Chrom	54,94 25Mn Mangan	55,85 26Fe Železo	58,93 27Co Kobalt	58,69 28Ni Nikl	63,55 29Cu Měď	65,38 30Zn Zinek
85,47 37Rb Rubidium	87,62 38Sr Stroncium	88,91 39Y Yttrium	91,22 40Zr Zirkonium	92,91 41Nb Niobium	95,94 42Mo Molybden	98 43Tc Technecium	101,07 44Ru Ruthenium	102,91 45Rh Rhodium	106,42 46Pd Palladium	107,87 47Ag Stříbro	112,41 48Cd Kadmium
132,91 55Cs Cesium	137,33 56Ba Baryum	138,91 57La Lanthan	178,49 72Hf Hafnium	180,95 73Ta Tantal	183,85 74W Wolfram	186,21 75Re Rhenium	190,20 76Os Osmium	192,22 77Ir Iridium	195,08 78Pt Platina	196,97 79Au Zlato	200,59 80Hg Rtuť
~223 87Fr Francium	226,03 88Ra Radium	227,03 89Ac Aktinium	~267 104Rf Rutherfordium	~268 105Db Dubnium	~269 106Sg Seaborgium	~270 107Bh Bohrium	~269 108Hs Hassium	~278 109Mt Meitnerium	~281 110Ds Darmstadtium	~281 111Rg Roentgenium	~285 112Cn Copernicium

6	7
Lanthanoidy	Aktinoidy
138,91 57La Lanthan	138,91 89Ac Aktinium
140,12 58Ce Cer	140,12 90Th Thorium
140,91 59Pr Praseodym	140,91 91Pa Protaktinium
144,24 60Nd Neodymium	144,24 92U Uran
~145 61Pm Promethium	~145 93Np Neptunium
150,36 62Sm Samarium	150,36 94Pu Plutonium
151,96 63Eu Europium	151,96 95Am Americium
157,25 64Gd Gadolium	157,25 96Cm Curium
158,93 65Tb Terbium	158,93 97Bk Berkelium
162,50 66Dy Dysprosium	162,50 98Cf Kalifornium
164,93 67Ho Holmium	164,93 99Es Einsteinium
167,26 68Er Erbium	167,26 100Fm Fermium
173,04 70Yb Ytterbium	173,04 102No Nobelium
~260 117Uus Ununseptium	~260 103Lr Lawrencium